

УДК 6-523.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ НЕЧЕТКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Г.Р. Алимова. Р.Н. Измайлова

Ташкентский Государственный Технический Университет

Мақолада: динамик электромеханик объектларни анъанавий ва ноаниқ тизимни бошқариш тизимларининг қиёсий таҳлили амалга оширилганлиги кўриб ўтилган. Ноаниқ мантиқ тамойили негизда қурилган бошқариш тизими асосидаги тизимнинг ўткинчи жараёнини сифати сезиларли даражада ошгани исботланган.

В статье: осуществлен сравнительный анализ классической и нечеткой системы управления динамических электромеханических объектов. Доказано, что система управления, построенная по принципу нечеткой логики приводит к существенному повышению качества проходного процесса системы.

In article: compares the classical and fuzzy control system for dynamic electromechanical objects. It is proved that a control system built on the principle of fuzzy logic leads to a significant improvement in the quality of the system throughput.

Перспективным путем повышения качества функционирования автоматизированных электромеханических систем является использование новых современных принципов автоматического управления, основанных на адаптивных алгоритмах. Наибольшее распространение среди интеллектуальных технологий формирования адаптивных алгоритмов регулирования и управления в области электропривода (ЭП) получила технология нечеткого управления (Fuzzy-control) [1, 2].

В работе произведен сравнительный анализ основных показателей качества переходного процесса для классической и нечеткой системы управления с целью выявления преимуществ и недостатков последней. Построены две модели систем управления: классическая двухконтурная система стабилизации скорости двигателя постоянного тока, управляемый выпрямитель (ДПТ-УВ) с ПИ-регулятором и система стабилизации ДПТ-УВ на основе нечеткого регулятора скорости.

Моделирование систем стабилизации и дальнейший анализ переходных процессов осуществлялся с помощью среды моделирования Matlab Simulink. Для этой цели берем двухконтурную

систему стабилизации скорости электропривода функциональной схемы которая приведена на рисунке 1.

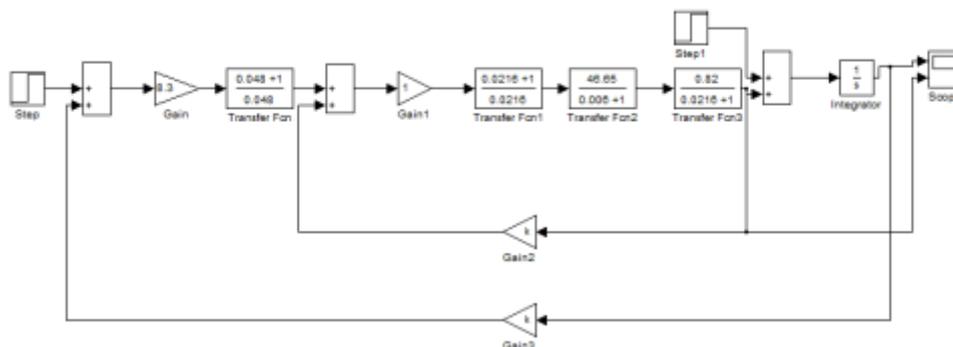


Рис.1. Функциональная схема двухконтурной системы стабилизации в среде моделирования Matlab Simulink. Имеющиеся в составе построенной модели стандартные блоки системы Matlab - генераторы ступенчатого сигнала Step, которые в данном случае выполняют роль задающего сигнала и нагрузки, позволяют изменять свои величины в заданный момент времени. Благодаря этому, исследуемая модель будет запущена в работу со следующими условиями:

1. Система запускается с сигналом задания $U_{зад} = 10$ и под нагрузкой $I_{вых} = 50$;
 2. В момент времени $t = 7,5$ с сигнал задания уменьшается вдвое;
 3. В момент времени $t = 15$ с момент нагрузки возрастает.
- При правильной настройке всех параметров системы, ее реакция по скорости на отмеченные выше скачки сигнала задания и нагрузки будет выглядеть следующим образом как показано на рисунке 2.

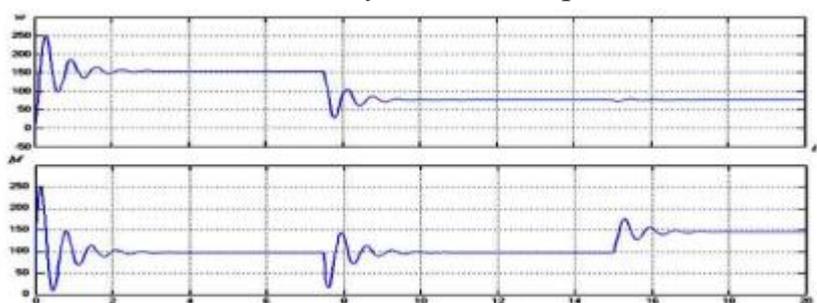


Рис.2. График переходных процессов классической системы стабилизации скорости.

Далее была построена модель системы стабилизации скорости ДПТ-УВ на основе нечеткого регулятора. Основные принципы моделирования нечеткого регулятора скорости, при помощи пакета

расширения Fuzzy Logic Toolbox, для системы ДПТ-УВ описаны в статье [3].

Модель системы стабилизации скорости ДПТ-УВ с нечетким регулятором, построенная с помощью среды моделирования Matlab Simulink, представлена на рисунке 3.

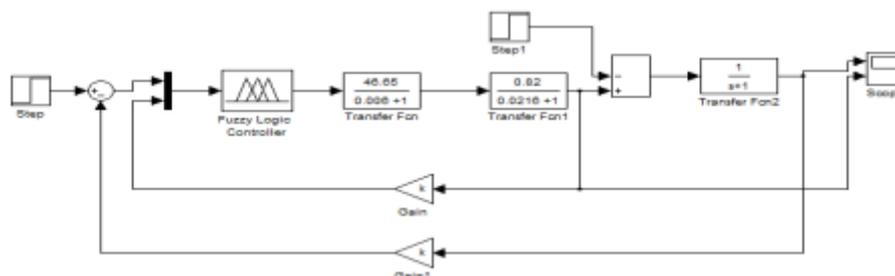


Рис.3. Модель системы стабилизации скорости ДПТ с нечетким регулятором.

Переходные процессы, полученные с помощью данной модели, приведены на рисунке 4.

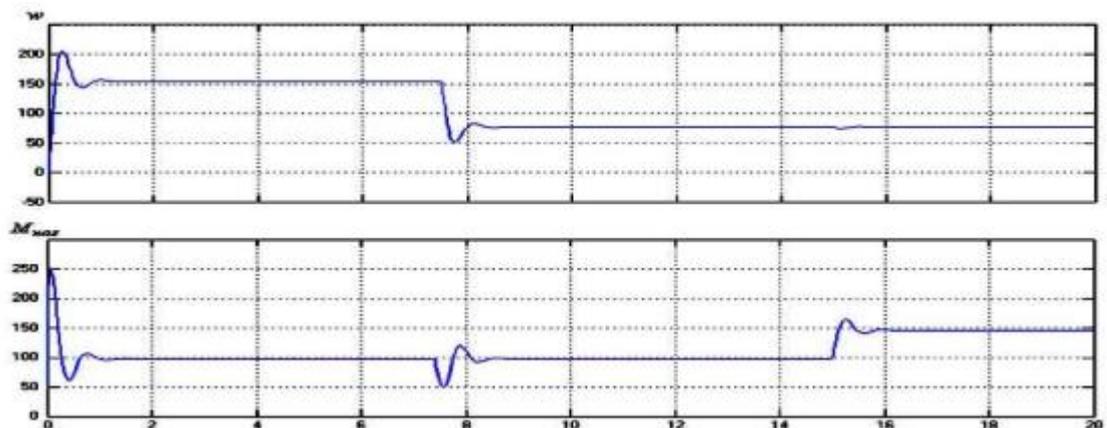


Рис.4. Графики переходных процессов для модели системы стабилизации с нечетким регулятором скорости.

Далее проводился сравнительный анализ основных показателей качества переходных процессов по полученным графикам для построенных моделей.

Оценка качества переходных процессов проведена по следующим основным показателям: время регулирования ($t_{рег}$); перерегулирование (σ); частота колебаний; число колебаний (n), время достижения первого

максимума (t_{max1}); время нарастания переходного процесса (t_n); декремент затухания (X)

Переходные процессы по скорости были рассмотрены для 3-х режимов:

- 1) переходной процесс при пуске под нагрузкой ($t = 0$ с);
- 2) переходной процесс в момент времени $t = 7.5$ с, когда сигнал задания уменьшается вдвое;
- 3) переходной процесс в момент времени $t=15$ с, когда нагрузка возрастает.

Цифровой анализ качества переходных процессов для исследуемых моделей, приведен в таблице.

Таблица

Сравнительный анализ графиков переходных процессов исследуемых моделей

Н. показ. кач. ества п.п.	Режим 1		Режим 2		Режим 3	
	Классическая модель	Нечеткая модель	Классическая модель	Нечеткая модель	Классическая модель	Нечеткая модель
$t_{пр}, c$	4	1,5	3	1,2	3	2
$\sigma, \%$	62,3	40	36,4	10,4	2,6	1,03
ω	9,37	7,85	7,85	7,39	8,97	8,97
n	5,0	2	4	2	5	3
t_{max1}, c	0,25	0,27	0,7	0,6	0,5	0,5
t_n, c	0,18	0,13	0,3	0,5	0,3	0,35
X	3,23	19,3	3,5	4	2,5	8

По данным, приведенным в таблице, можно сделать следующие выводы:

1. Для первого режима, при пуске под нагрузкой - модель системы стабилизации скорости с нечетким регулятором обеспечивает время переходного процесса по скорости меньше, чем классическая модель (62%). Так же переходной процесс по скорости для модели с нечетким регулятором отличается меньшими значениями величины перерегулирования (35%), частоты (16.2%), числа колебаний (60%) и большей величиной декремента затухания (83.3%);

2. Для второго режима, при скачке сигнала задания - модель системы с нечетким регулятором обеспечивает на 30-35% меньшие провалы по скорости, чем модель классической системы. При этом уменьшается время регулирования (практически в два раза) и число колебаний за время регулирования (50%);

3. Для третьего режима, при скачкообразном изменении нагрузки модель системы стабилизации с нечетким регулятором обеспечивает меньшие провалы по скорости (45-50%), чем классическая модель, а также характеризуется меньшим значением времени регулирования (33 %) и числа колебаний (40%).

На основании полученных в ходе исследования результатов, можно сделать вывод, что замена классического регулятора скорости, на регулятор идентичной структуры, но построенный по принципам нечеткой логики приводит к существенному повышению качества переходного процесса системы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. И.М. Макаров., В.М. Лохин, С.В. Манько, М.П. Романов Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления/ Отделение информ. Технологий и вычислит. систем РАН. - М.: Наука, 2016. - 333с.

2. А.И. Зайцев. Применение нечетких систем управления в электроприводах./А.И. Г.Л. Зайцев., В.Л. Муравьев., Сташнёв.- [www.electro.nizniy.ru// papers/4/00407.html](http://www.electro.nizniy.ru//papers/4/00407.html).

3. В.В. Кабылбекова, Р.Ф. Кулахметов, А.И. Надеев. Нечеткие системы управления тиристорными электроприводами // Датчики и системы, 2018. -№5. С. 37-39.